


Hybrid IC engine and electric drive for motor vehicle - uses three-phase motor to adjust gearbox countershaft speed and reduce wear on mechanical clutch.

Patent number: DE4202083
Publication date: 1993-07-29
Inventor: BADER CHRISTIAN DR ING (DE)
Applicant: DAIMLER BENZ AG (DE)
Classification:
- international: B60K6/04; B60K41/06
- european: F16H3/091B, B60K6/04
Application number: DE19924202083 19920125
Priority number(s): DE19924202083 19920125

Also published as:

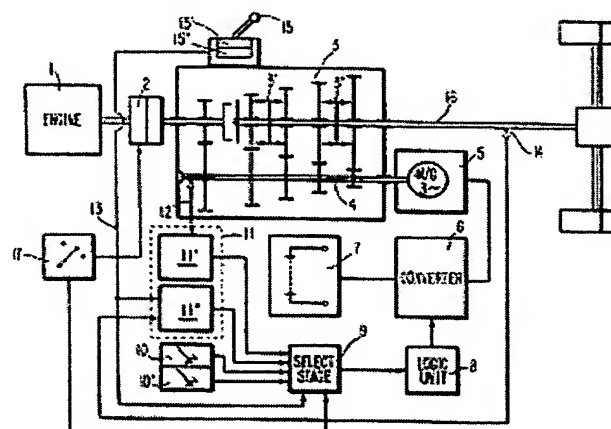
 US5337848 (A)

Abstract of DE4202083

A three-phase AC motor (5) is coupled to the countershaft (4) of the gearbox (3) and supplied with current from a traction battery (7) via an inverter (6) controlled by logic (8) with desired-value input selected (9) from the accelerator (10) and brake pedal (10').

With the clutch (2) disengaged, the motor serves as an aid to synchronisation (11) by revving-up or slowing-down the countershaft as required during each change of gear ratio.

ADVANTAGE - Torque from engine is not transmitted through electric motor. Both parts of drive are mainly conventional and no isolating clutch is involved.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 02 083 A 1**

⑤1 P036987)EP/Int. Cl. 5:
B 60 K 6/04
B 60 K 41/06

②1 Aktenzeichen: P 42 02 083.2
②2 Anmeldetag: 25. 1. 92
④3 Offenlegungstag: 29. 7. 93

DE 42 02 083 A 1

⑦1 Anmelder:
Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 7000 Stuttgart,
DE

⑦2 Erfinder:
Bader, Christian, Dr.-Ing., 7030 Böblingen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug

⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf einen Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug, bei dem eine Drehstromumrichter gespeiste Drehstrommaschine über die Vorgelegewelle des Schaltgetriebes an einen konventionellen, verbrennungsmotorischen Antriebsstrang gekoppelt wird. Sowohl der Verbrennungsmotor als auch die Drehstrommaschine können in konventioneller Bauweise ausgeführt sein. Neben den bekannten Betriebsweisen eines Hybridantriebes ist vorgesehen, daß die Drehstrommaschine als Synchronisationshilfe zum Gangwechsel dient, indem während des Schaltvorganges die Vorgelegewelle in geeigneter Weise beschleunigt wird. Die mechanischen Synchronisationsmittel im Schaltgetriebe brauchen dadurch kaum noch Reibarbeit zu leisten und können entsprechend kleiner dimensioniert werden. Es werden zwei Ausführungsbeispiele zur Ansteuerung der Drehstrommaschine als Synchronisationshilfe vorgestellt.

DE 42 02 083 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Hybridantrieb mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

Hybridantriebe vergleichbarer Art sind beispielsweise aus der DE-OS 37 37 192 und 29 43 554 bekannt. Sie zeichnen sich gegenüber sogenannten Serienhybridantrieben dadurch aus, daß die elektrische Maschine sowohl als Generator zum Laden des elektrischen Energiespeichers als auch als Motor zum Antrieb des Fahrzeugs dient. Da sich die mechanische Leistung des Verbrennungsmotors und des Elektromotors mechanisch addieren, werden die Leistungen beider Antriebsmaschinen mit gutem Wirkungsgrad auf die Antriebsräder des Fahrzeugs übertragen. Dagegen findet bei Serienhybridantrieben bekanntlich eine zusätzliche mechanisch/elektrische Energieumwandlung statt, womit zwar wegen des Wegfalls der mechanischen Verbindung zum Verbrennungsmotor die Drehzahl einer elektrischen Antriebsmaschine frei gewählt werden kann, andererseits aber der Antriebswirkungsgrad wegen der zusätzlichen Energieumwandlung sich meist verschlechtert.

Da in der Vergangenheit für hybride Antriebsanordnungen als elektrische Antriebsmaschine zumeist Kommutator-Maschinen vorgesehen wurden, mußte beim Antriebsentwurf darauf geachtet werden, daß die elektrische Kommutator-Maschine dann vom Antriebsstrang mechanisch abgetrennt werden konnte, wenn der Antrieb ausschließlich vom Verbrennungsmotor bewerkstelligt wurde. Die Gründe hierfür liegen einerseits in dem vom Kommutator verursachten Reibmoment sowie in der infolge mechanischer Abnutzung begrenzten Standzeit des Kommutators. In solchen Antriebsanordnungen wurde zumeist die Kommutator-Maschine mit einer mechanischen Kupplung abgetrennt oder die Bürsten mit einer zusätzlichen mechanischen Vorrichtung vom Kommutator abgehoben.

Mit dem Aufkommen der Halbleiter-Technik ist es möglich, anstelle der Kommutator-Maschinen eine Drehstrommaschine einzusetzen, bei der zwischen Ständer und Läufer keinerlei elektrischer Kontakt notwendig ist, beispielsweise eine Asynchronmaschine mit Käfigläufer oder eine permanent erregte Synchronmaschine. Das im motorischen Betrieb im Luftspalt umlaufende und Drehmoment bildende Drehfeld wird von einem Halbleiter-Drehstromumrichter erzeugt. Da bei einer solchen elektrischen Maschine kein elektrischer Kontakt vorhanden ist, kann der Läufer auch ständig mit dem verbrennungsmotorischen Antriebsteil mechanisch verbunden sein, da dieser, solange der Drehstromumrichter elektrisch gesperrt ist, mit Ausnahme der vernachlässigbaren Lagerreibung keinerlei Rückwirkung auf den mechanischen Antriebsteil ausübt. Diesen Gedanken legt die DE-OS 37 37 192 zu Grunde: Es wird darin ein Hybridantrieb mit einem schwungradlosen Verbrennungsmotor und einer nachgeschalteten Drehstrommaschine beschrieben, bei welcher der Läufer der Drehstrommaschine mit Bestandteilen einer ersten, verbrennungsmotorseitigen Trennkupplung und Bestandteilen einer zweiten, getriebeseitigen Trennkupplung eine dem Verbrennungsmotor ankuppelbare Schwungmasse bildet. Die Drehstrommaschine ist hierbei, wie auch in der bekannten Anordnung nach DE-OS 29 43 554 vorzugsweise als Scheibenläufermotor aufgebaut, da eine Verlängerung in axialer Richtung zwischen Verbrennungsmotor und Getriebe in einem Fahrzeug zumeist starke konstruktive Änderungen notwendig

macht.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen gattungsgemäßen Hybridantrieb so auszubilden, daß das Antriebsmoment des Verbrennungsmotors nicht durch die Elektromaschine geleitet wird und beide Antriebsteile im wesentlichen in konventioneller Bauweise ausgeführt werden können.

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 erfindungsgemäß gelöst. Die mit der Erfindung erzielten Vorteile gegenüber oben genanntem Stand der Technik bestehen insbesondere darin, daß eine zweite, die Drehstrommaschine vom Antriebsstrang trennende, Trennkupplung entfällt und die Bauform der Drehstrommaschine, anders als beim o.g. Stand der Technik, keinen besonderen Einschränkungen unterliegt. Wenn es notwendig erscheint, ist es bei der erfindungsgemäßen Anordnung sogar möglich, die Drehstrommaschine über eine einfache Getriebebestufe mit fester Übersetzung mit der Vorgelegewelle zu verbinden. Nach Maßgabe dieser mechanischen Übersetzung kann die Nenndrehzahl der Drehstrommaschine vergrößert werden, so daß diese bei gleicher Leistung kleiner wird. Außerdem ist ersichtlich, daß in dem Betriebsfall, wenn sowohl Verbrennungsmotor als auch Drehstrommaschine — etwa zur Spitzenlastdeckung bei Überholvorgängen — zum Antrieb beitragen, die erfindungsgemäße Anordnung sich als besonders vorteilhaft erweist, da die mechanischen Antriebsmomente in der Vorgelegewelle des Schaltgetriebes addiert werden. Damit kann die Welle der Drehstrommaschine lediglich für ihr eigenes Moment bemessen und deshalb schwächer ausgeführt werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Verfahren zum Betreiben des erfindungsgemäßen Hybridantriebs sind durch die Merkmale der Unteransprüche gekennzeichnet.

So sieht das Merkmal von Unteranspruch 2 die Ansteuerung eines Drehstromumrichters nach den bekannten Regeln vor, wie sie für stromrichter gespeiste Drehstromantriebe in Fahrzeugen Stand der Technik sind. Demnach kann die Drehstrommaschine vom Fahrpedal gesteuert aus dem Stillstand heraus bis zur Nenndrehzahl ihr Nennmoment bzw. ein gegebenenfalls kurzzeitig zulässiges Überlastmoment aufbringen. Als ein weiterer Vorteil ergibt sich, daß sowohl ein elektrischer Anlaßmotor für die Verbrennungsmaschine als auch eine Lichtmaschine entfallen können, da die Funktion beider Maschinen von der Drehstrommaschine übernommen werden: Wenn das mechanische Getriebe sich in Neutralstellung befindet, kann bei geschlossener Kupplung zwischen Verbrennungsmotor und Getriebe der Verbrennungsmotor unmittelbar aus der Traktionsbatterie über den Drehstromumrichter von der Drehstrommaschine drehzahl geregelt hochgefahren werden. Sobald der Verbrennungsmotor die Zündrehzahl erreicht hat, kann lediglich durch Umsteuern des Leistungsflusses im Drehstromumrichter die Traktionsbatterie von dem Verbrennungsmotor aus geladen werden.

Mit den Merkmalen der Unteransprüche 3 bis 7 werden Weiterbildungen vorgeschlagen, mit denen Getriebschaltvorgänge von der Drehstrommaschine unterstützt werden. So kann während eines Gangwechsels die Ansteuerung der Drehstrommaschine in der Weise beeinflußt werden, daß die mechanischen Synchronisationsmittel, welche durch Reibschluß auf mechanische Weise den Gleichlauf der zu kuppelnden Zahnradpaare im Schaltgetriebe erreichen sollen, praktisch keine Reibarbeit leisten müssen, indem das Drehmoment der

bei Schaltung in eine höhere Gangstufe zur Verzögerung und bei Schaltung in eine niedrigere Gangstufe zur Beschleunigung der Getriebeteile von der Drehstrommaschine gedeckt wird. Zum einen lassen sich damit die Getriebschaltvorgänge durch Verkürzung der unerwünschten Zugkraftunterbrechung verbessern, zum anderen ist sogar daran zu denken, die durch die elektrische Synchronisationshilfe entlasteten mechanischen Synchronisationsmittel kleiner zu dimensionieren oder, bei der Ausbildung nach Unteranspruch 6 sogar ganz auf diese zu verzichten. In beiden Fällen verringert sich der mechanische Aufwand im Getriebe.

Weitere Einzelheiten und Vorteile gehen aus der Figur zu einem Ausführungsbeispiel und der sich hier anschließenden eingehenden Beschreibung hervor.

In der einzigen Figur ist in schematisierter Weise ein Hybridantrieb in der vorgeschlagenen Anordnung dargestellt. Ein Verbrennungsmotor 1 ist in üblicher Weise über eine Kupplung 2, die als Anfahr- und Schaltkupplung ausgebildet ist, mit der Eingangswelle eines Schaltgetriebes 3 verbunden. Die Kupplung 2 kann in bekannter Weise vom Fahrer aber auch durch die Schaltstufe 17, die zur Vorwahl der Antriebsweise dient, betätigt werden. Das Schaltgetriebe 3 weist eine Vorgelegewelle 4 auf, die einerseits die für die einzelnen Gangstufen vorgesehenen Räderpaare antreibt und andererseits mit einer Drehstrommaschine 5 unmittelbar oder über eine nicht gezeichnete Getriebestufe mit fester Übersetzung verbunden ist. Die Zahnradpaare des Schaltgetriebes werden in üblicher Weise über die angedeuteten Schiebemuffen 3', die von einem mechanischen Gangwahlhebel 15 betätigt werden, mit einer Antriebswelle 16 formschlüssig gekoppelt. Eine Drehstrommaschine 5, deren gezeichnete dreiphasige Ausführung nur beispielhaft zu werten ist, steht über einen Drehstromumrichter 6 mit einer Traktionsbatterie 7 in Verbindung. Der Drehstromumrichter wird von einer Ansteuerungslogik 8 gesteuert, die aufgrund der Sollwertvorgabe durch eine Sollwertauswahlstufe 9 die für die Ansteuerung der Halbleiterschalter zur Erzeugung eines geeigneten Drehfelds in der Drehstrommaschine notwendigen Steuersignale erzeugt. Die Sollwertauswahlstufe 9 erhält eine Sollwertvorgabe von einem Fahrpedal 10 und einem Bremspedal 10', die beide vom Fahrer betätigt werden und außerdem in bekannter, nicht dargestellter Weise auf den verbrennungsmotorischen Antriebsstrang wirken. Daneben kann zur Unterstützung eines Gangwechsels vorgesehen werden, daß die Sollwertauswahlstufe 9 bei geöffneter Kupplung 2 und während eines Gangwechsels auf die Sollwertvorgabe einer Synchronisationsstufe 11 geschaltet ist. Diese kann entweder als Trägheitsmomentekompensation 11' oder als Drehzahlanpassung 11'' ausgebildet ist. Die Umschaltung der Sollwertauswahlstufe 9 auf die Sollwertvorgabe der Synchronisationsstufe 11 und zurück auf die Sollwertvorgabe der Fahr- und Bremspedale (10, 10') wird durch ein Gangschaltsignal 13 vom Gangschaltsensor 15' eingeleitet, welcher erkennt, ob ein Gang kraftschlüssig eingelegt ist oder nicht.

In einem ersten Ausführungsbeispiel ist durch die Sollwertvorgabe der Synchronisationsstufe 11 in der Ausführung als Trägheitsmomentekompensation 11' vorgesehen, daß bei geöffneter Kupplung 2 die von den mechanischen Synchronisationsmitteln im Schaltgetriebe 3 bei einem Gangwechsel eingeleitete rasche, positive oder negative Beschleunigung der Vorgelegewelle 4 von der Drehstrommaschine 5 unterstützt wird, wobei das von ihr abgegebene Moment dem Betrage nach

dem Beschleunigungsmoment $|J \cdot dn/dt|$ entspricht. Dabei ist J das bekannte Trägheitsmoment der aus dem Läufer der Drehstrommaschine 5 sowie den damit fest verbundenen Anteilen des Schaltgetriebes 3 gebildeten Schwungmasse und dn/dt die Drehzahländerung der Vorgelegewelle 4, die von einem Drehzahlsensor 12 gemessen und der Trägheitsmomentekompensation 11' zugeführt wird. Auf diese Weise kompensiert die Drehstrommaschine 5 die beim Beschleunigen der Vorgelegewelle 4 während des Gangwechsels wirkenden Trägheitsmomente.

In einem zweiten Ausführungsbeispiel ist durch die Sollwertvorgabe der Synchronisationsstufe 11 in der Ausführung als Drehzahlanpassung 11'' vorgesehen, daß bei geöffneter Kupplung 2 aus der momentan herrschenden Drehzahl der Antriebswelle 16, die mit einem Drehzahlsensor 14 gemessen wird, und dem beabsichtigten Gangwechsel, der beispielweise mit Stellungssensoren 15'' in jeder Gasse des Gangwahlhebels 15 erfaßt wird, die Drehzahl der Vorgelegewelle nach beendetem Schaltvorgang errechnet und dieser Wert als Sollwert an die Sollwertauswahlstufe 9 ausgegeben wird. Da bei geöffneter Kupplung 2 und nicht eingelegtem Gang die Vorgelegewelle 4 von der Drehstrommaschine 5 mit vollem Antriebsmoment sowohl beschleunigt als auch verzögert werden kann, wird die Vorgelegewelle 4 die nach dem Gangwechsel erforderliche Drehzahl schnell erreichen, womit der Gleichlauf der zu kuppelnden Zahnradpaare im Schaltgetriebe 3 hergestellt ist. Die Sollwertvorgabe mittels der Stufe zur Drehzahlanpassung 11'' erfordert insofern einen höheren Aufwand, als das Gangschaltsignal 13 nicht nur einen Gangwechsel anzeigen muß, sondern dieses Signal zusätzlich erkennen lassen muß, welchen Gang der Fahrer einzulegen beabsichtigt.

Die verschiedenen Betriebsweisen des Hybridantriebs stellen sich wie folgt dar. Mit einer Stalleinrichtung 17, beispielsweise einem Schalthebel, wird zunächst vom Fahrer festgelegt, ob der Antrieb allein mit dem Verbrennungsmotor, allein mit der Elektromaschine oder als Hybridantrieb erfolgen soll. Mit dieser Vorwahl kann über die Sollwertauswahlstufe 9 auch die Leistungsverteilung zwischen Verbrennungsmotor und Elektromaschine beeinflußt werden.

Wenn der Fahrzeugantrieb ausschließlich durch den Verbrennungsmotor 1 erfolgen soll, wird der stillstehende Verbrennungsmotor in Neutralstellung des Schaltgetriebes 3 bei geschlossener Kupplung 2 mittels eines nicht gezeichneten Kontakts des Zündschlosses, der auf die Ansteuerungslogik 8 wirkt, von der Traktionsbatterie 7 über den Drehstromumrichter 6 von der Drehstrommaschine 5 gestartet. Danach wird der Leistungsfluß durch den Drehstromumrichter 6 gesperrt. Das Fahrzeug kann vom Fahrer nach Einlegen eines Ganges mit der Kupplung 2 in üblicher Weise fortbewegt werden. Weitere Hochschaltvorgänge werden durch die Drehstrommaschine in der schon beschriebenen Weise, je nach Ausführungsform durch die Sollwertvorgabe der Trägheitsmomentekompensation 11' oder durch die Drehzahlanpassung 11'' unterstützt. Bei Abbremsvorgängen des Fahrzeugs, die durch die vom Fahrer betätigte Sollwertvorgabe des Bremspedals 10' signalisiert werden, wird die Drehstrommaschine 5 vom Drehstromumrichter 6 in den generatorischen Betriebszustand gesteuert und die Traktionsbatterie 7 entsprechend aufgeladen. Damit läßt sich eine einem Retarder (hydromechanische Bremse) ähnliche Wirkung erzielen, wobei die verschiedenen Gangstufen des Schaltgetrie-

bes 3 vorteilhaft sicherstellen, daß die ausgeübte Bremsleistung über einen weiteren Geschwindigkeitsbereich konstant ist.

Im rein elektrischen Betrieb ist die Kupplung 2, durch ein Signal der Stelleinrichtung 17 geschaltet, stets geöffnet, was mittels eines Servomotors bewerkstelligt werden kann. Das Anfahren erfolgt bei im Stillstand eingelegter Gangstufe mittels der vom Fahrer über das Fahrpedal 10 betätigten Sollwertvorgabe und der entsprechenden Ansteuerung des Drehstromumrichters 6. Zum Wechseln der Gangstufe wird der Drehstromumrichter 6 gesperrt oder in einer Weiterbildung durch die Synchronisationsstufe 11 gesteuert.

In der elektrischen Betriebsweise und bei in Bewegung befindlichem Fahrzeug kann durch Umschalten der Stelleinrichtung 17 auf hybride Antriebsweise umgestellt werden, womit die Kupplung 2 geschlossen und der Verbrennungsmotor 1 angelassen werden kann, der anschließend zum Fahrzeugantrieb beiträgt. Ebenso ist aus der vorangegangenen Beschreibung unmittelbar zu erkennen, daß auch in der rein verbrennungsmotorischen Betriebsweise der elektrische Antriebsteil jederzeit zugeschaltet und damit die hybride Antriebsart erreicht werden kann, wobei durch die Ansteuerungslogik 8 in bekannter Weise kontinuierlich zwischen motorischer und generatorischer Betriebsart der Drehstrommaschine 5 gewechselt werden kann.

Patentansprüche

1. Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug bestehend aus einem Verbrennungsmotor, der über eine Kupplung und einem Schaltgetriebe mit einer Antriebswelle verbunden ist sowie einer Drehstromumrichter gespeisten Drehstrommaschine, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehstrommaschine (5) an die Vorgelegewelle (4) des Schaltgetriebes (3) gekoppelt ist.
2. Hybridantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehstrommaschine (5) über den Drehstromumrichter (6) mit einer Traktionsbatterie (7) verbunden ist, wobei der Drehstromumrichter von einer Ansteuerungslogik (8) gesteuert wird, die über eine Sollwertauswahlstufe (9) eine Sollwertvorgabe von einem Fahrpedal (10) und einem Bremspedal (10') erhält.
3. Hybridantrieb nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei geöffneter Kupplung (2) die Drehstrommaschine (5) als Synchronisationshilfe dient, indem sie während eines Gangwechsels der Sollwertvorgabe einer elektronischen Synchronisationsstufe (11) folgend, die Vorgelegewelle (4) in geeigneter Weise beschleunigt oder verzögert.
4. Hybridantrieb nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollwertauswahlstufe (9), von einem Gangschaltsensor (15') ein Gangschaltsignal (13) erhält, welches ein Umschalten zwischen der Sollwertvorgabe der Fahr- und Bremspedale (10, 10') und der Sollwertvorgabe der Synchronisationsstufe (11) bewirkt.
5. Hybridantrieb nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Synchronisationsstufe (11) als Regeleinrichtung zur Trägheitsmomentekompensation (11') ausgebildet ist, welche mit Hilfe eines Drehzahlsensors (12) die Drehzahländerung der Vorgelegewelle (4) als Eingabe erhält und eine daraus errechnete Sollwertvorgabe ausgibt.
6. Hybridantrieb nach Anspruch 3 oder 4, dadurch

gekennzeichnet, daß die Synchronisationsstufe (11) als Regeleinrichtung zur Drehzahlanpassung (11'') ausgebildet ist, welche die Drehzahl der Antriebswelle (16) sowie den Gang, der eingeschaltet werden soll, als Eingabe erhält und eine daraus errechnete Sollwertvorgabe ausgibt.

7. Hybridantrieb nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß Stellungssensoren (15'') im Gangschalthebel (15) abtasten, welcher Gang eingeschaltet werden soll und ein entsprechendes Signal ausgeben.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

